

Attorney Docket: 381KA/50339  
PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: KOHEI KATO ET AL.  
Serial No.: NOT YET ASSIGNED  
Filed: AUGUST 31, 2001  
Title: MULTI-LEAF COLLIMATOR AND MEDICAL SYSTEM INCLUDING  
ACCELERATOR



CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Box Patent Application  
Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

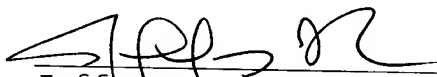
Sir:

The benefit of the filing date of prior foreign application No. 2001-021964, filed in Japan on January 30, 2001, is hereby requested and the right of priority under 35 U.S.C. §119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of the original foreign application.

Respectfully submitted,

August 31, 2001

  
Jeffrey D. Sanok  
Registration No. 32,169

CROWELL & MORING, LLP  
P.O. Box 14300  
Washington, DC 20044-4300  
Telephone No.: (202) 624-2500  
Facsimile No.: (202) 628-5116

JDS:pct

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

J1050 U.S. PTO  
09/943385  
08/31/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 1月30日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-021964

出 願 人

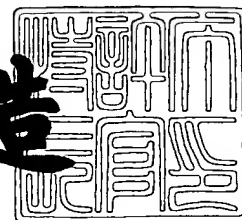
Applicant(s):

株式会社日立製作所

2001年 7月27日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3066694

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP3559

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G21K 1/00

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県日立市幸町三丁目 1 番 1 号  
                         株式会社 日立製作所 原子力事業部内

    【氏名】 加藤 公平

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県日立市幸町三丁目 1 番 1 号  
                         株式会社 日立製作所 原子力事業部内

    【氏名】 秋山 浩

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県日立市幸町三丁目 1 番 1 号  
                         株式会社 日立製作所 原子力事業部内

    【氏名】 柳澤 正樹

【特許出願人】

    【識別番号】 000005108

    【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

    【識別番号】 100077816

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 春日 讓

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 009209

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

【物件名】                      要約書    1  
【プルーフの要否】            要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マルチリーフコリメータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のリーフ板をそれぞれ可動に配設したリーフ板駆動体を一方側及び他方側に備え、前記一方側のリーフ板駆動体の複数のリーフ板と前記他方側のリーフ板駆動体の複数のリーフ板とを対向させその間に放射線ビームの照射野を形成するマルチリーフコリメータにおいて、

各リーフ板駆動体は、前記複数のリーフ板に対し共通に設けた 1 つの駆動手段と、前記 1 つの駆動手段の駆動力を、前記複数のリーフ板に対し同時に伝達可能であるとともに各リーフ板で自在に遮断可能な駆動力伝達・遮断手段とを備えることを特徴とするマルチリーフコリメータ。

【請求項 2】

複数のリーフ板をそれぞれ可動に配設したリーフ板駆動体を一方側及び他方側に備え、前記一方側のリーフ板駆動体の複数のリーフ板と前記他方側のリーフ板駆動体の複数のリーフ板とを対向させその間に放射線ビームの照射野を形成するマルチリーフコリメータにおいて、

各リーフ板駆動体は、前記複数のリーフ板に対し同時に駆動力を伝達可能に設けた 1 つの駆動力発生手段と、

前記複数のリーフ板のそれぞれに対応して設けられ、対応するリーフ板を前記 1 つの駆動力発生手段に対して自在に係合・離脱可能な複数の係脱手段とを備えることを特徴とするマルチリーフコリメータ。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載のマルチリーフコリメータにおいて、各リーフ板駆動体は、前記リーフ板に当接してその位置を静止保持可能な保持手段を備えることを特徴とするマルチリーフコリメータ。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、放射線ビームを照射対象の内部にある標的に対して照射する際、標的の形状に合わせて放射線ビームの照射範囲を成型するマルチリーフコリメータに関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

放射線ビーム（例えば、荷電粒子ビーム等）を照射対象の内部にある標的に照射する代表的な例としては、患者の体内にあるがん細胞（以下、患部という）に放射線を照射する場合が挙げられる。なお、この場合、照射対象が患者に相当し、標的が患部に相当する。

## 【0003】

放射線を患者体内に位置する患部に対して照射する場合、放射線の照射範囲と患部形状が一致しないと、患部周辺の正常な部位にも放射線が照射されることになる。患部を治療するために照射された放射線が患部周辺の正常な部位に照射されると、その正常な部位に悪影響を与える可能性があるため、照射範囲は患部に照らし合わせて精密に限定し、正常な部位への放射線の照射を極力避けることが好ましい。

## 【0004】

本来照射される必要のない正常部位への放射線の照射を避けるために照射範囲を患部形状に合わせて成型する手段の1つとして、マルチリーフコリメータが知られている。

## 【0005】

このマルチリーフコリメータは、放射線を遮蔽する能力を持つ遮蔽板（リーフ板）を多数枚重ね合わせるように可動に配設したリーフ板駆動体2体を、多数枚のリーフ板が放射線源から患部へ向かう放射線ビームの進行経路を挟みこむように配置し、両リーフ板駆動体の多数枚のリーフ板の端部を対向させその間に放射線ビームの照射野を形成するように配置したものである。そして、各リーフ板駆動体において、電動モータ等からなる駆動手段の駆動力を用いて各リーフ板の位置を個々に調整することにより、一方側のリーフ板駆動体の複数のリーフ板と他

方側のリーフ板駆動体の複数のリーフ板との間に照射範囲に相似した空隙を形成して希望する照射領域に向かう放射線のみを通過させ、その通過した放射線ビームが患部位置で整形された照射野を形成するようになっている。このような構成により、マルチリーフコリメータに到達した放射線ビームのうち、照射範囲以外に向かう成分はリーフ板により遮られるので、不要な部位（患部でない正常部位）への照射を避けることができる。

## 【 0 0 0 6 】

ここで、このマルチリーフコリメータを用いて照射野形状を形成する場合において、照射野輪郭の形成精度を向上するためには、より板厚の薄いリーフ板を多数個用いて、かつ各リーフ板を精度良く位置決めすることが必要である。このような点に配慮した従来技術として、例えば特公平 7 - 1 1 4 8 1 5 号公報に記載のものものがある。この従来技術によるマルチリーフコリメータは、一方側リーフ板駆動体及び他方側リーフ板駆動体のそれぞれにおいて、上縁に歯車部を備えた多数のリーフ板と、これら多数のリーフ板の位置調整用に全リーフ板に対し共通に設けた 1 つの駆動手段と、リーフ板の歯車部に噛合して駆動手段からの駆動力を伝達する歯車機構とを備えている。そして、歯車機構をリーフ板の板厚方向にスライドさせて各リーフ板の歯車部に順次噛合することにより、駆動手段からの駆動力を各リーフ板ごとに順次伝達し、各リーフ板を所望の位置に位置決め可能としている。

## 【 0 0 0 7 】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来技術には、以下の課題が存在する。

## 【 0 0 0 8 】

すなわち、上述したように、歯車機構を順次各リーフ板歯車部に噛合させ各リーフ板ごとに所望の位置まで順次駆動する構成であるため、実際の照射野形成時においては多数のリーフ板を 1 枚 1 枚順に位置決めしていかなければならない。このため、照射野形成完了までの時間が長くなり、結果として治療時間の短縮化が困難となるため、患者の肉体的・精神的負担の軽減が困難となる。

## 【 0 0 0 9 】

本発明の目的は、多数のリーフ板を用い高精度の照射野を形成するときの位置決め時間を短縮し、患者の肉体的・精神的負担の軽減を図れるマルチリーフコリメータを提供することにある。

## 【 0 0 1 0 】

## 【課題を解決するための手段】

(1) 上記目的を達成するために、本発明は、複数のリーフ板をそれぞれ可動に配設したリーフ板駆動体を一方側及び他方側に備え、前記一方側のリーフ板駆動体の複数のリーフ板と前記他方側のリーフ板駆動体の複数のリーフ板とを対向させその間に放射線ビームの照射野を形成するマルチリーフコリメータにおいて、各リーフ板駆動体は、前記複数のリーフ板に対し共通に設けた1つの駆動手段と、前記1つの駆動手段の駆動力を、前記複数のリーフ板に対し同時に伝達可能であるとともに各リーフ板で自在に遮断可能な駆動力伝達・遮断手段とを備える。

## 【 0 0 1 1 】

本発明は、各リーフ板駆動体において、駆動力伝達・遮断手段で共通の1つの駆動手段の駆動力を複数のリーフ板に同時に伝達可能であり、かつ各リーフ板ごとに駆動力を自在に遮断可能に構成されている。これにより、例えば原点位置から各リーフ板をそれぞれの設定位置まで駆動する際には、まず駆動力伝達・遮断手段で複数のリーフ板に同時に駆動力を伝達して各リーフ板を同時に移動開始させた後、設定位置に達したリーフ板から順次駆動力を遮断しその位置に置き去りにすることにより、全リーフ板を所定の設定位置に位置決めすることができる。また例えば、逆にその状態から複数のリーフ板のすべてを原点位置に復帰させるときには、駆動力伝達・遮断手段でばらばらの各設定位置にある複数のリーフ板に同時に駆動力を伝達して各リーフ板を同時に不揃い位置のまま移動開始させた後、原点位置まで戻ってきたリーフ板から順次駆動力を遮断することにより、全リーフ板を原点位置に復帰させることができる。

## 【 0 0 1 2 】

このように各リーフ板駆動体において一度に複数のリーフ板を同時に移動させつつ位置決め可能であるので、高精度の照射野を形成する際において各リーフ板



駆動体にて多数のリーフ板を 1 枚 1 枚順に位置決めしていく必要がある従来構造に比べ、照射野形成完了までの時間を短縮することができる。したがって、患者の肉体的・精神的負担の軽減を図ることができる。

## 【 0 0 1 3 】

(2) 上記目的を達成するために、また本発明は、複数のリーフ板をそれぞれ可動に配設したリーフ板駆動体を一方側及び他方側に備え、前記一方側のリーフ板駆動体の複数のリーフ板と前記他方側のリーフ板駆動体の複数のリーフ板とを対向させその間に放射線ビームの照射野を形成するマルチリーフコリメータにおいて、各リーフ板駆動体は、前記複数のリーフ板に対し同時に駆動力を伝達可能に設けた 1 つの駆動力発生手段と、前記複数のリーフ板のそれぞれに対応して設けられ、対応するリーフ板を前記 1 つの駆動力発生手段に対して自在に係合・離脱可能な複数の係脱手段とを備える。

## 【 0 0 1 4 】

(3) 上記 (1) 又は (2) において、好ましくは、各リーフ板駆動体は、前記リーフ板に当接してその位置を静止保持可能な保持手段を備える。

## 【 0 0 1 5 】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面を用いて詳細に説明する。

## 【 0 0 1 6 】

本発明の第 1 の実施形態を図 1 ～図 9 により説明する。

## 【 0 0 1 7 】

図 2 は、本実施形態のマルチリーフコリメータを備えた放射線ビーム照射装置の全体システム構成を表す概念的構成図である。

## 【 0 0 1 8 】

この放射線ビーム照射装置は、制御装置 2 3 の制御に基づき、シンクロトロン 1 0 1 で加速した荷電粒子ビーム等の放射線ビーム（以下適宜、ビームという）を回転照射装置 1 0 2 から出力して患者 K の患部にビームを照射するものであり、回転照射装置 1 0 2 は回転軸を中心に回転することによって複数の方向から患部にビームを照射可能となっている。

## 【0019】

## (1) シンクロトロン101の概略構成及び動作

シンクロトロン101は、ビームに高周波の磁場及び電場（以下、高周波電磁場という）を印加することによりビームのベータトロン振動振幅を増加させる高周波印加装置111と、ビームの軌道を曲げる偏向電磁石112と、ビームのベータトロン振動を制御する四極電磁石113と、ビーム出射時の共鳴を励起するための六極電磁石114と、ビームにエネルギーを与える、すなわちビームを加速する高周波加速空洞115と、ビームをシンクロトロン101に入射する入射器116と、ビームをシンクロトロン101から出射する出射用デフレクター117とを備えている。

## 【0020】

制御装置23が前段加速器104に出射指令を出力すると、前段加速器104はこれに従って低エネルギーのビームを出射し、そのビームは、ビーム輸送系を介してシンクロトロン101の入射器116に導かれ、これによってシンクロトロン1に入射される。入射したビームは、偏向電磁石112により軌道が曲げられることによりシンクロトロン101内を周回する。このときビームは四極電磁石113によりシンクロトロン101内をベータトロン振動をしながら周回し、そのベータトロン振動の振動数が四極電磁石113の励磁量により適宜制御されることにより、シンクロトロン101内を安定に周回する。そしてその周回過程で、高周波加速空洞115からビームに高周波電場が印加されることにより、ビームにエネルギーが与えられ、ビームは加速され、エネルギーが増大する。

シンクロトロン101内を周回するビームのエネルギーがエネルギーEまで増加したら、高周波加速空洞115によるビームへのエネルギーの付与を停止するとともに、四極電磁石113、六極電磁石114、及び高周波印加装置111による公知の制御によってビームの軌道勾配を変化させて共鳴によりベータトロン振動振幅を急激に増大させ、出射用デフレクター117によってビームをシンクロトロン101から出射させる。

## 【0021】

以上のシンクロトロン101の動作において、制御装置23は、治療計画装置

(詳細は後述) 24 から入力された患部の深さ位置に基づいて、所定の照射方向 (通常は複数の方向から照射する) から患部に照射するビームのエネルギーEを決定する。また、シンクロトロン101においてビームをエネルギーEまで加速するために必要とされる、偏向電磁石112、四極電磁石113、高周波加速空洞115の各々に供給する電流値のパターン、及びエネルギーEのビームを出射するために必要とされる、高周波印加装置111、六極電磁石114に供給する電流値を計算する。計算された各電流値は、各装置毎にエネルギーEに対応させて制御装置23内の記憶手段に記憶され、加速時や出射時に電源118或いは電源119に出力される。

## 【0022】

## (2) 回転照射装置102の概略構成及び動作

シンクロトロン101から出射されたビームは、回転照射装置102に入力される。回転照射装置102は、偏向電磁石123、四極電磁石124、及び出射ノズル120を取り付けたガントリー122と、このガントリー122を所定の回転軸 (図2参照) まわりに回転駆動するモータ121とを備えている。

## 【0023】

回転照射装置102に入力されたビームは、まず偏向電磁石123により軌道が曲げられ、かつ四極電磁石124によってベータatron振動が調節されて出射ノズル120に導かれる。出射ノズル120に導かれたビームは、まず走査電磁石201、202の磁極間を通過する。走査電磁石201、202には位相の90度ずれた正弦波交流電流が電源201A、202Aより供給されており、走査電磁石201、202の磁極間を通過するビームは、走査電磁石201、202が発生する磁場によって、患部位置において円形に走査されるように偏向される。

## 【0024】

走査電磁石201、202を通過したビームは、散乱体203により散乱されてビームの径が拡大された後、リッジフィルタ204A (又は204B) を通過する。リッジフィルタ204A (又は204B) はビームのエネルギーを決められた割合で減衰させ、ビームのエネルギーに患部の厚さに応じた分布をもたせる。ビ

ームはその後、線量モニタ205により線量が計測された後、ボラス206A（又は206B）に入力されて患部の下部形状に応じたエネルギー分布とされ、さらにマルチリーフコリメータ200により患部の水平方向形状に成形された後、患部に照射される。

## 【0025】

ここで、前述したように、通常、ビームは管部に対し複数の方向から照射される。本実施形態は、一例として、2つの照射方向から照射する例を示しており、2つのリッジフィルタ204A、204Bは、治療計画装置5によって求められた患部の厚みに応じてそれら2つの照射方向各々に対して予め作製され、ボラス206A、206Bも、求められた患部の下部形状に応じて2つの照射方向各々に対して予め作製されたものである。作製されたリッジフィルタ204A、204Bは回転テーブル204Cに設置され、ボラス206A、206Bは回転テーブル206Cに設置されている。このとき、回転テーブル206Cの回転軸とビームの軌道中心とは偏心しており、回転テーブル206Cを回転させることにより、ボラス206A若しくはボラス206Bを入れ替わりにビームの軌道上に配置させ、これによって2つの照射方向の両方に対応したビームのエネルギー分布を形成できるようになっている。なお、回転テーブル204Cも回転テーブル206Cと同様の構成となっている。

## 【0026】

そして、照射方向の設定あるいは変更の際には、制御装置23からモータ121に照射方向に対応した傾斜角度信号が出力され、モータ121がガントリー122をその傾斜角度まで回転駆動し、回転照射装置102は当該照射方向から患部にビームを照射できる位置に移動される。さらに、制御装置23は、回転テーブル204C、206Cの各々に対して、当該照射方向に対応するリッジフィルタ204A（又は204B）及びボラス206A（又は206B）をビームの軌道上に配置するように指示信号を出力し、回転テーブル204C、206Cはこれに応じて回転する。

## 【0027】

そしてこのとき、制御装置23からコリメータコントローラ（リーフ位置制御

計算機) 22に当該照射方向に対応する制御信号が出力され、コリメータコントローラ22はこれに応じて、図3に示すようにマルチリーフコリメータ200に備えられた多数のリーフ板1(詳細は後述)を突き合わせその空隙Gにより当該照射方向から見た患部の水平方向形状に合致するビームXの照射範囲(照射野)Fを実現するように駆動制御する。これにより、ボラス206A(又は206B)を通過してマルチリーフコリメータ200に到達したビームのうち、照射野F以外に向かう成分はリーフ板により遮られ、不要な部位への照射を避けることができる。

#### 【0028】

本発明の要部は、このマルチリーフコリメータ200のリーフ板の駆動に係わるものである。以下、その詳細を順次説明する。

#### 【0029】

##### (3) マルチリーフコリメータ200の基本構成及び基本動作

図1は、上記マルチリーフコリメータ200の詳細構造を表す斜視図であり、図4は、図1中A方向から見た正面図であり、図5は、図1中の上部連結部201a(後述)及びリーフ板駆動体200R(後述)の上部支持部7a(後述)を取り去った状態を表す上面図であり、図6は、図5中B方向から見た上面図である。

#### 【0030】

これら図1、図4、図5、及び図6において、本実施形態のマルチリーフコリメータ200は、リーフ板駆動体200L及びリーフ板駆動体200Rから構成されている。

各リーフ板駆動体200L又は200Rは、放射線ビームの照射野Fを形成するために可動に配設され、それぞれ放射線を遮蔽する能力を備える複数(この例では12枚、もっと数が多くても良い)のリーフ板1と、各リーフ板1の上部スライド部1A及び下部スライド部1Bをそれぞれ挿入しリーフ板1の長手方向(図4中左右方向)に摺動スライド可能にそれぞれ懸架支持する上部ガイド3及び下部ガイド5と、それら上部ガイド3及び下部ガイド5を下方及び上方にそれぞれ押圧可能な上部エアシリンダ2及び下部エアシリンダ4と、上部エアシリンダ

2 及び下部エアシリンダ 4 をそれぞれ支持固定する上部支持部 7 a 及び下部支持部 7 b 並びにそれら上部・下部支持部 7 a, 7 b の間を接続するように設けた中間部 7 c を備えた支持構造部 7 と、リーフ板 1 の駆動源として設けられたモータ 8 と、このモータ 8 の駆動軸 8 a と同一軸心で配置されその駆動軸 8 a に中間部 7 c 側で接続されたピニオンギア 6 と、リーフ板 1 に接触して摩擦力によりリーフ板 1 を静止保持する（詳細は後述）ためのブレーキ板 9 とを有している。

## 【 0 0 3 1 】

モータ 8 は、この例では公知のサーボモータであり、モータとロータリーエンコーダが同軸に配置され一体化しており、ある定まった微小回転角ごとにパルス信号を出力するようになっている。

## 【 0 0 3 2 】

上部エアシリンダ 2 及び下部エアシリンダ 4 は、この種のエアシリンダとして公知の単動式又は複動式のものであり、例えば円筒形のシリンダ室内にピストンを配設し、このピストンにシリンダ室外に突出するロッドを取り付けた構造となっている。そして、作動状態では、ボトム側室内に圧縮空気源から圧縮空気が送り込まれることにより、ピストンがそのロッド側に配設されたばねの付勢力に打ち勝ってロッド側に移動し、この結果ロッドが伸長する。その後、非作動状態（停止状態）になると、ボトム側室内に送り込まれていた圧縮空気が（例えば大気開放されることで）抜かれることにより、ピストンは上記ばねの付勢力によってボトム側に復帰し、この結果ロッドが縮短して元の位置に戻るようになっている。

## 【 0 0 3 3 】

リーフ板 1 は、上部・下部ガイド 3, 5 に挿入される上記上部・下部スライド部 1 A, 1 B の他に、これらを連結するように配設され放射線の遮蔽を行う遮蔽部 1 C を備えている。このとき、遮蔽部 1 C は隣接リーフ板 1 どうしで互いに密接し摺動可能に構成されているため、これに応じて、上部・下部スライド部 1 A, 1 B は、上部・下部ガイド 3, 5 を設置するのに必要な空間を確保するべく、遮蔽部 1 C よりも厚みを薄く構成している。またこれに対応して、隣接リーフ板 1 に係る上部・下部ガイド 3, 5 及び上部・下部エアシリンダ 2, 4 は図 1、図

5、及び図6に示すように互い違いに（言い換えれば千鳥配列に）配置されている。

【0034】

ここで、リーフ板駆動体200Lのリーフ板1の下部スライド部1Bの上縁部の一部にはラックギア部12が設けられている。このラックギア部12に対し、前述のピニオンギア6が係合（詳細には噛合）可能な位置に配置されており、その一方でリーフ板駆動体200Lのリーフ板1の上部スライド部1Aの下縁部に対向するように上記ブレーキ板9が設けられている。

そして、リーフ板1を移動させる場合には、下部エアシリンダ4を作動状態として上部エアシリンダ2を非作動状態（停止状態）とすると、リーフ板1が上方に移動し、上部スライド部1Aの下縁部がブレーキ板9の上部と離間（離脱）するとともにピニオンギア6とラックギア部12が噛合する。この状態でモータ8を作動させることにより、モータ8の駆動力を伝達してリーフ板1を所定の方向にスライド移動させることができる。その後、リーフ板1を停止させる場合には、まずモータ8を停止させることによりリーフ板1の移動を停止させた後、上部エアシリンダ2を作動状態として下部エアシリンダ4を非作動状態とすることにより、リーフ板1を下方に移動させてピニオンギア6とラックギア部12との噛合を解除させるとともに、上部スライド部1Aの下縁部の一部をブレーキ板9の上部に当接させリーフ板1をその位置にて確実に静止保持させるようになっている。

【0035】

上記同様に、リーフ板駆動体200Rについても、リーフ板1の上部スライド部1Aの下縁部の一部にもラックギア部12が設けられるとともに下部スライド部1Bの上縁部に対向するように上記ブレーキ板9が設けられている。そして、上部エアシリンダ2を作動状態としてリーフ板1を下方に移動させることにより、下部スライド部1Bの上縁部をブレーキ板9の下部と離間させピニオンギア6とラックギア部12を噛合させてモータ8の駆動力でリーフ板1をスライド移動させる一方、下部エアシリンダ4を作動状態としてリーフ板1を上方に移動させることにより、ピニオンギア6とラックギア部12との噛合を解除し下部スライ

ド部 1 B の上縁部をブレーキ板 9 の下部に当接させ、リーフ板 1 をその位置にて確実に静止保持させるようになっている。

#### 【 0 0 3 6 】

なお、リーフ板駆動体 2 0 0 L, 2 0 0 R の上支持部 7 a どうし、下支持部 7 b どうし、中間部 7 c どうしの間には、それぞれを連結するように、上連結部 2 0 1 a、下連結部 2 0 1 b、中間連結部 2 0 1 c (図 5 及び図 6 参照) が配設されており、そのうち上・下連結部 2 0 1 a, 2 0 1 b には、放射線ビームを通過させるための欠き取り部 2 0 2 が設けられている。

#### 【 0 0 3 7 】

##### (4) 制御系

##### (4-1) 全体構成

図 7 は、本実施形態のマルチリーフコリメータ 2 0 0 に係る制御系のシステム構成を表す機能ブロック図であり、前述の治療計画装置 2 4、制御装置 2 3、コリメータコントローラ 2 2 のほか、コリメータコントローラ 2 2 からの回転駆動指令・駆動停止指令により制御されるリーフ位置駆動アクチュエータ 1 4 (本実施形態ではサーボモータ 8)、コリメータコントローラ 2 2 からの駆動力伝達指令・駆動力遮断指令により制御される駆動力伝達・遮断機構 1 5 (本実施形態では上部・下部エアシリンダ)、コリメータコントローラ 2 2 からの制動力伝達指令・制動力遮断指令により制御される制動力伝達・遮断機構 1 6 (本実施形態では上部・下部エアシリンダ、詳細は後述)、コリメータコントローラ 2 2 に各リーフ板 1 へ位置検出信号を出力する位置検出機構 1 9 (本実施形態ではサーボモータ 8、詳細は後述) によって構成されている。

#### 【 0 0 3 8 】

なお、本実施形態では、上述のようにピニオンギア 6 からの駆動力の伝達・遮断とブレーキ板 9 からの制動力の遮断・伝達は同時に行われ、その切換はいずれも上部・下部エアシリンダ 3, 4 によって行われる。つまり、駆動力伝達・遮断機構 1 5 と制動力伝達・遮断機構 1 6 は共通の機構でまかなわれ、駆動力伝達指令は制動力遮断指令を兼ねており、駆動力遮断指令は制動力伝達指令を兼ねている。



## 【0039】

## (4-2) 治療計画装置 24

治療計画装置 24 は、例えば、計算機、複数のディスプレイ装置、入力装置、及び患者データベースから構成されており（患者データベースを別体とし、ネットワークを介し接続する構成としてもよい）、実際の照射を行う前段階として医師によって行われる治療計画作業を補助する機能を持つものである。ここで、治療計画作業としては、具体的には、患部の同定、照射範囲及び照射方向の決定、患者への照射線量の決定、及び患者体内での線量分布の算出等が行われる。

## 【0040】

## (a) 患部の同定

例えば治療前の診断時に、X線CT検査及びMRI検査により体内腫瘍の3次元画像データが予め取得される。これらのデータは患者ごとにナンバリングされ、デジタルデータとして患者データベースに保存・管理される。患者データベースには、この他に、患者名、患者番号、年齢、身長、体重、診察・検査記録、罹病履歴、治療履歴、治療データなどの情報から成る、患者の治療に必要なデータの全てが記録・管理される。医師は適宜、上記患者データベースにアクセスして、前述の患部画像データを取得し、治療計画装置 24 のディスプレイ装置上に表示でき、患部画像データを任意の方向からの見た3次元画像、または任意の方向からの見て深さごとにスライスした断面画像として表示することが可能である。また、各画像に対してコントラスト強調、ある階調を閾値とした領域塗りつぶし等の患部同定を補助する機能を持つ。医師はこれらの補助機能を利用しながら患部領域を同定する。

## 【0041】

## (b) 照射範囲及び照射方向の仮選択

続いて医師の操作により患部領域を包絡し、呼吸などによる患部の体内での移動等の可能性を考慮した適切なマージンを持たせて照射範囲が決定される。さらに、脊椎など放射線感受性の高い臓器を避けた照射方向が医師により幾つか選択される。

## 【0042】

## (c) 照射野輪郭の決定

幾つか選択された照射方向をもとに、照射方向から見た照射野画像が表示され、腫瘍全体をカバーする照射野輪郭が強調表示される。また三次元画像が表示され、最大断面の位置と断面以降の三次元形状が表示される。これらの画像はディスプレイ装置における複数のディスプレイに分けて表示するか、一つのディスプレイに分割表示される。このときの照射野輪郭はマルチリーフコリメータ 2 0 0 で整形する照射野 F の基礎データ（元データ）となり、最大断面以降の 3 次元形状データは上記ボラス 2 0 6 A、2 0 6 B 等の照射補正具用の基礎データ（元データ）となる。

## 【 0 0 4 3 】

## (d) 照射方向及び照射線量の決定

治療計画装置 2 4 は照射野輪郭情報を元に、マルチリーフコリメータ 2 0 0 の各リーフ板 1 位置を自動決定する機能を持ち、自動決定した各リーフ板 1 の位置と最大照射野断面画像を重ね合わせて表示することができる。このとき、医師はこの重ね合わせ画像をもとに、各リーフ板 1 の位置を微妙に変更・調整する指示を行うこともでき、またははじめから重ね合わせ画像を表示して医師の操作指示だけでリーフ板 1 位置を決定することもできる。リーフ板 1 位置の決定結果は即座にディスプレイ装置上の表示に反映される。

## 【 0 0 4 4 】

治療計画装置 2 4 は、上記のリーフ板位置設定情報と照射補正具情報をベースに、体内での放射線線量分布を計算によりシミュレートし線量分布計算結果としてディスプレイ装置に表示する。このとき、医師により照射線量や放射線エネルギーなどの照射パラメータが与えられ、先に選ばれた幾つかの照射方向に対してこのシミュレーションを実施して、最も好適な結果が得られた照射方向が医師により最終的に選択される。なお、選択された照射方向とそれに基づくマルチリーフコリメータ 2 0 0 のリーフ板 1 設定位置情報、照射補正具データ、及び照射パラメータは患者固有の治療データとして患者データベースに保存される。

## 【 0 0 4 5 】

## (4-2) 制御装置 2 3 及びコリメータコントローラ 2 2

制御装置 23 は、ユーザの操作インタフェースとしての入力装置及び表示装置を備えており、またネットワーク接続を介して上記治療計画装置 24 で決定したリーフ板 1 設定位置情報を含む患者治療データを、治療計画装置 24 に付随する患者データベースから取得し、それらを上記表示装置上で表示し医師らの確認を受けることが可能となっている。そして、実際の照射に際しては、上記リーフ板 1 設定位置情報に基づき、例えばリーフ板 1 設定位置情報ユーザ（医師、あるいは上記治療計画に基づき医師の治療補助に従事する放射線技師等）からの照射治療開始の入力に応じ、コリメータコントローラ 22 に対しリーフ板の移動開始指令を出力する。

## 【0046】

コリメータコントローラ 22 は、制御装置 23 からの指令に応じ必要な制御指令を下位機構にあたるリーフ位置駆動アクチュエータ 14、駆動力伝達・遮断機構 15、及び制動力伝達・遮断機構 16 に出力するものであり、制御装置 23 からの上記移動開始指令を受信すると、それら各下位機構を制御して各リーフ板 1 を移動させ所定の設定位置に移動させる。

## 【0047】

## (4-3) リーフ板設定位置への移動制御

まず、コリメータコントローラ 22 による各リーフ板 1 の移動手順を、その制御フローである図 8 を用いて説明する。

## 【0048】

図 8 において、コリメータコントローラ 22 が制御装置 23 からの移動開始指令を受信すると、このフローを開始する。なお、このフローは、各リーフ板駆動体 200L, 200R それぞれについて別個に同時並行して行われる。

## 【0049】

まず、ステップ 10 で、制御装置 23 から各リーフ板 1 の設定位置情報を入力し、図示しない記憶手段に記憶する。

## 【0050】

その後、ステップ 20 で、リーフ板駆動体 200L（又は 200R）の全リーフ板 1 の駆動力を伝達する駆動力伝達指令（前述のように制動力遮断指令を兼ね

ている)を駆動力伝達・遮断機構15(この例ではすべての上部・下部エアシリンダ3,4)に出力する。これにより、リーフ板駆動体200Lにおいては全リーフ板1に係る上部エアシリンダ3が非作動状態に下部エアシリンダ4が作動状態になり(リーフ板駆動体200Rにおいては全リーフ板1に係る上部エアシリンダ3が作動状態に下部エアシリンダ4が非作動状態となり)、リーフ板駆動体200L(又は200R)に係る全てのリーフ板1がブレーキ板9から離れるとともにピニオンギア6と噛合する。

#### 【0051】

次に、ステップ30で、リーフ駆動アクチュエータ14(この例ではサーボモータ8)へリーフ前進方向(=挿入方向、照射野Fに対応する空隙Gを狭くする方向)への回転駆動指令(リーフ前進指令)17を出力する。これにより、リーフ板駆動体200L(又は200R)のモータ8は回転開始し、すべてのリーフ板1が横並びに揃った状態にて挿入方向へと前進開始させる。

#### 【0052】

その後、ステップ40で、このときの各リーフ板1の挿入量(現在位置)を検出する。具体的には、位置検出機構19としてのサーボモータ8が出力する回転信号(前記したパルス信号)を入力し、この回転信号からピニオンギア6の回転角を求め、この回転角とピニオンギア6及びラックギア部12からなるラックアンドピニオンギア機構のギア比とから各リーフ板1の移動量を求め、この移動量を原点から積算することにより各リーフ板1の現在位置情報を算出する。

#### 【0053】

そして、ステップ50に移り、全リーフ板1のうちいずれかが、コリメータコントローラ22内に保存されたリーフ板設定位置情報に基づく当該リーフ板1の設定位置に到達したかどうかを判定する。判定が満たされなければステップ20に戻って同様の手順を繰り返し、判定が満たされたらステップ60に移る。

#### 【0054】

ステップ60では、リーフ駆動アクチュエータ14(この例ではモータ8)へ駆動停止指令(リーフ停止指令)17を出力する。これにより、モータ8は回転を停止し、すべてのリーフ板1の移動が一斉に停止する。

## 【0055】

その後、ステップ70で、上記設定位置に到達したリーフ板1に係る駆動力伝達・遮断機構15（上部・下部エアシリンダ3, 4）に対し駆動力遮断指令（前述のように制動力伝達指令を兼ねている）を出力する。これにより、リーフ板駆動体200Lにおいては当該リーフ板1に係る下部エアシリンダ3が非作動状態に上部エアシリンダ4が作動状態になり（リーフ板駆動体200Rにおいては当該リーフ板1に係る下部エアシリンダ3が作動状態に上部エアシリンダ4が非作動状態となり）、当該リーフ板1のピニオンギア6との噛合が解除され（切り離され）て離脱（離間）するとともに、ブレーキ板9に当接する。これにより、当該リーフ板1は設定位置にて安定的に静止保持される。

## 【0056】

そして、ステップ80で、リーフ板駆動体200L（又は200R）に係る全てのリーフ板1が設定位置になったかどうかを判定する。判定が満たされない場合はステップ20に戻り、すべてのリーフ板1が設定位置に達するまで同様の手順を繰り返す。すなわち、ステップ20で再びモータ8が回転開始され、これによってステップ70にて設定位置に位置決めされたリーフ板1を置き去りにする形で、残りの全リーフ板1が再び前進方向への移動を開始する。そして、以上ステップ20～70において、1つのリーフ板1の設定位置にて全リーフ板1停止、当該リーフ板1のみ駆動力遮断（切り離し）かつ制動力伝達、残りのリーフ板1の駆動力再伝達（連結）及び制動力再開放、残りのリーフ板1挿入再開という動作を、全てのリーフ板1が設定位置に移動完了し駆動力遮断の状態になるまで繰り返す。

## 【0057】

すべてのリーフ板1が設定位置に達し駆動力遮断の状態になると、ステップ80の判定が満たされ、ステップ90にて、リーフ挿入終了の信号を制御装置23に出力し、このフローを完了する。

## 【0058】

なお、以上の手順において、コリメータコントローラ22で管理される各リーフ板1の現在位置情報と駆動状態は、制御装置23に常時送信されており、制御

装置 2 3 の上記表示装置上に表示される。

【 0 0 5 9 】

( 4 - 4 ) リーフ板原点位置への復帰制御

上記のようにしてリーフ板設定位置への位置決め後さらに放射線照射が終了したら、リーフ板 1 設定位置情報ユーザからの照射治療終了の入力に応じ、制御装置 2 3 がコリメータコントローラ 2 2 に対しリーフ板の原点復帰指令を出力する。コリメータコントローラ 2 2 は、制御装置 2 3 からの原点復帰指令を受信すると、上記 ( 4 - 3 ) と同様、各下位機構を制御して各リーフ板 1 を移動させもとの原点位置に移動復帰させる。

【 0 0 6 0 】

このコリメータコントローラ 2 2 による各リーフ板 1 の原点復帰手順を、その制御フローである図 9 を用いて説明する。

【 0 0 6 1 】

図 9 において、コリメータコントローラ 2 2 が制御装置 2 3 からの原点復帰指令を受信すると、このフローを開始する。なお、このフローも、図 8 のフロー同様、各リーフ板駆動体 2 0 0 L, 2 0 0 R それぞれについて別個に同時並行して行われる。

【 0 0 6 2 】

まず、ステップ 1 1 0 で、リーフ板駆動体 2 0 0 L (又は 2 0 0 R) の全リーフ板 1 の駆動力を伝達する駆動力伝達指令 (制動力遮断指令を兼ねる) を駆動力伝達・遮断機構 1 5 (上部・下部エアシリンダ 3, 4) に出力する。これにより、リーフ板駆動体 2 0 0 L においては全リーフ板 1 に係る上部エアシリンダ 3 が非作動状態に下部エアシリンダ 4 が作動状態になり (リーフ板駆動体 2 0 0 R においては全リーフ板 1 に係る上部エアシリンダ 3 が作動状態に下部エアシリンダ 4 が非作動状態となり)、リーフ板駆動体 2 0 0 L (又は 2 0 0 R) に係る全てのリーフ板 1 がブレーキ板 9 から離れピニオンギア 6 と噛合する。

【 0 0 6 3 】

次に、ステップ 1 2 0 で、リーフ駆動アクチュエータ 1 4 (この例ではモータ 8) ヘリーフ後退方向 (= 引抜き方向、前述の空隙 G を広くする方向) への回転

駆動指令（リーフ前進指令）17を出力する。これにより、リーフ板駆動体200L（又は200R）のモータ8は回転開始し、すべてのリーフ板1を不揃い状態のまま（各リーフ板1の間隔はそのまま）引抜き方向に一斉に後退させる。

#### 【0064】

その後、ステップ130で、このときの各リーフ板1の引抜き量（現在位置）を検出する。具体的には、前述と同様、位置検出機構19としてのサーボモータ8が出力する回転信号に基づき求めた各リーフ板1の移動量により、各リーフ板1の現在位置情報を算出し、ステップ140にて全リーフ板1のうちいずれかが原点位置に到達したかどうかを判定する。判定が満たされなければステップ120に戻って同様の手順を繰り返し、判定が満たされたらステップ150に移る。ステップ150では、リーフ駆動アクチュエータ14（モータ8）へ駆動停止指令（リーフ停止指令）17を出力する。これにより、モータ8は回転を停止し、すべてのリーフ板1は不揃い状態のまま一斉に停止する。

#### 【0065】

なお、上記ステップ130～ステップ150に代え、原点近傍の任意の距離に例えばリミットスイッチ（図示せず）を予め設置しておき、リーフ板1が原点近傍まで引抜かれこれと接触するとリミットスイッチからコリメータコントローラ22に対し当該リーフ板1が原点近傍にあることを示す信号を出力するようにしてもよい。この場合、例えばさらに引抜きが進んで上記信号を受けてからのリーフ板1の引抜き量がリミットスイッチから原点までの距離と等しくなったとみなせるタイミングで、モータ8へ駆動停止指令17を出力し、すべてのリーフ板1の移動が一斉に停止するようにすれば足りる。

#### 【0066】

上記の手順の後、ステップ160に移り、上記原点位置に到達したリーフ板1に係る駆動力伝達・遮断機構15（上部・下部エアシリンダ3，4）に対し駆動力遮断指令（制動力伝達指令を兼ねる）を出力する。これにより、リーフ板駆動体200Lにおいては当該リーフ板1に係る下部エアシリンダ3が非作動状態に上部エアシリンダ4が作動状態になり（リーフ板駆動体200Rにおいては当該リーフ板1に係る下部エアシリンダ3が作動状態に上部エアシリンダ4が非作

動状態となり)、当該リーフ板 1 のピニオンギア 6 との噛合が解除され(切り離され)て離脱(離間)し、ブレーキ板 9 に当接する。これにより、当該リーフ板 1 は原点位置への復帰が完了し安定的に静止保持される。

【 0 0 6 7 】

そして、ステップ 1 7 0 で、リーフ板駆動体 2 0 0 L (又は 2 0 0 R)に係る全てのリーフ板 1 が原点位置に復帰したかどうかを判定する。判定が満たされない場合はステップ 1 1 0 に戻り、すべてのリーフ板 1 が原点位置に復帰するまで同様の手順を繰り返す。すなわち、ステップ 1 1 0 で再びモータ 8 が回転開始され、残りの全リーフ板 1 が再び不揃い状態のまま後退方向へ引抜かれていく。そして、以上ステップ 1 1 0 ~ 1 7 0 において、1 つのリーフ板 1 が原点位置復帰時に全リーフ板 1 停止、当該リーフ板 1 のみ駆動力遮断(切り離し)及び制動力伝達、残りのリーフ板 1 の駆動力再伝達(連結)及び制動力再開放、残りのリーフ板 1 引抜き再開という動作を、全てのリーフ板 1 が原点位置に復帰完了し駆動力遮断の状態になるまで繰り返す。

【 0 0 6 8 】

すべてのリーフ板 1 が原点位置に復帰し駆動力遮断の状態になると、ステップ 1 7 0 の判定が満たされ、ステップ 1 8 0 にて、リーフ原点復帰終了の信号を制御装置 2 3 に出力し、このフローを完了する。

【 0 0 6 9 】

なお、以上の手順においても、コリメータコントローラ 2 2 で管理される各リーフ板 1 の現在位置情報と駆動状態は、制御装置 2 3 に常時送信されており、制御装置 2 3 の上記表示装置上に表示される。

【 0 0 7 0 】

なお、以上において、各リーフ板駆動体 2 0 0 L, 2 0 0 R におけるサーボモータ 8 が、請求項 1 に記載の 1 つの駆動手段を構成し、ピニオンギア 6、全ての上部・下部エアシリンダ 2, 4、及び全ての上部・下部ガイド 3, 5 全体が、複数のリーフ板に対し同時に伝達可能であるとともに各リーフ板で自在に遮断可能な駆動力伝達・遮断手段を構成する。

【 0 0 7 1 】



一方、各リーフ板駆動体 2 0 0 L, 2 0 0 R におけるサーボモータ 8 及びピニオンギア 6 が、請求項 2 に記載の複数のリーフ板に対し同時に駆動力を伝達可能に設けた 1 つの駆動力発生手段を構成し、各リーフ板 1 に対応して設けた 1 対の上部・下部エアシリンダ 2, 4 及び 1 対の上部・下部ガイド 3, 5 が、複数のリーフ板のそれぞれに対応して設けられ、対応するリーフ板を 1 つの駆動力発生手段に対して自在に係合・離脱可能な複数の係脱手段を構成する。

## 【 0 0 7 2 】

また、ブレーキ板 9 が、リーフ板に当接してその位置を静止保持可能な保持手段を構成する。

## 【 0 0 7 3 】

## (5) 本実施形態の効果

以上（特に上記（3）（4）にて）説明したように、本実施の形態のマルチリーフコリメータによれば、各リーフ板駆動体 2 0 0 L, 2 0 0 R において、共通の 1 つのモータ 8 の駆動力を複数のリーフ板 1 に同時に伝達可能でかつ各リーフ板 1 ごとに駆動力を自在に遮断可能である。これにより、原点位置から各リーフ板 1 をそれぞれの設定位置まで駆動する際には、上述したように複数のリーフ板 1 に同時に駆動力を伝達して各リーフ板 1 を同時に移動開始させた後、設定位置に達したリーフ板 1 から順次駆動力を遮断しその位置に置き去りにすることにより、全リーフ板 1 を所定の設定位置に位置決めする。また逆にその状態から全リーフ板 1 を原点位置に復帰させるときには、ばらばらの各設定位置にある全リーフ板 1 に同時に駆動力を伝達して各リーフ板 1 を同時に不揃い位置のまま移動開始させた後、原点位置まで戻ってきたリーフ板 1 から順次駆動力を遮断することにより、全リーフ板 1 を原点位置に復帰させる。

## 【 0 0 7 4 】

このように各リーフ板駆動体 2 0 0 L, 2 0 0 R において一度に複数のリーフ板 1 を同時に移動させつつ位置決め可能であるので、高精度の照射野を形成する際において各リーフ板駆動体にて多数のリーフ板を 1 枚 1 枚順に位置決めしていく必要がある従来構造に比べ、照射野形成完了までの時間を短縮することができる。したがって、患者の肉体的・精神的負担の軽減を図ることができる。

## 【 0 0 7 5 】

本発明の第 2 の実施形態を図 1 0 ～ 図 1 2 により説明する。本実施形態は、リーフ板 1 の支持構造を変え、駆動力伝達・遮断機構 1 5 と制動力伝達・遮断機構 1 6 とを分けた場合の実施形態である。上記第 1 の実施形態と同等の部分には同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

## 【 0 0 7 6 】

図 1 0 は、本実施形態のマルチリーフコリメータに備えるリーフ板駆動体 2 0 0 R の要部構造を表す斜視図であり、リーフ板 1 については図示の煩雑を避けるため 1 2 枚中 3 枚のみを示している。また、図 1 1 は、図 1 0 中 C 方向から見た正面図であり、図 1 2 は、図 1 0 及び図 1 1 中の 1 枚のリーフ板 1 の詳細構造を表す斜視図である。

## 【 0 0 7 7 】

これら図 1 0、図 1 1、及び図 1 2 において、本実施の形態のマルチリーフコリメータのリーフ板駆動体 2 0 0 R では、各リーフ板 1 の上下方向位置は常に一定である。すなわち、各リーフ板 1 は、その上端部 1 a 及び下端部 1 b を筐体 2 5 の上部突出部 2 5 A 及び下部底板部 2 5 B に回転自在に設けたローラ 2 6 でそれぞれ当接されるとともに、上部スライド部 1 A の下縁部及び下部スライド部 1 B の上縁部を筐体 2 5 の中間突出部 2 5 C に回転自在に設けたローラ 2 6 でそれぞれ当接されており、このような構造により各ローラ 2 6 によって上下方向の変位を拘束されつつ、各リーフ板 1 の長手方向（図 1 1 中左右方向）にスライド可動になっている。

## 【 0 0 7 8 】

一方、各リーフ板 1 の板厚方向位置は、筐体下部底板部 2 5 B に立設した押付機構 2 8 と鉛直方向に配設された筐体本体部 2 5 d との間に挟み込まれることによって位置決めされる。すなわち、押し付け機構 2 8 には、回転自在なローラ 2 8 A が設けられており、このローラ 2 8 A が全 1 2 枚のリーフ板 1 のうち最も近い側のリーフ板 1 に当接している。このとき、図示を省略するが、筐体本体部 2 5 d にもローラ 2 8 A と同様の回転自在なローラが設けられており、このローラ 2 8 A が最も近い側のリーフ板 1 に当接している。このように、全 1 2 枚のリー

フ板 1 のうち板厚方向最も両端部の 2 枚のリーフ板がローラによって拘束されることにより、1 2 枚のそれぞれが板厚方向の変位を拘束されるようになっている。

#### 【0079】

このとき、リーフ板 1 の上部スライド部 1 A 及び下部スライド部 1 B の両側側面には、隣接するリーフ板 1 と接触する摺動材 3 5 A, 3 5 B がそれぞれ設置されている。そして、各リーフ板 1 は押し付け機構 2 8 により加えられたリーフ板 1 を筐体本体 2 5 d に向かって押し付ける荷重により、互いに摺動材 3 5 A, 3 5 B 部分で接した状態に保たれる。なお、押し付け機構 2 8 によるリーフ板 1 への押し付け荷重はリーフ板 1 同士の摺動が可能な程度に調整される。

#### 【0080】

ここで、リーフ板上部スライド部 1 A の上部には、エアクッション機構 3 1 を介してラックギア部 1 2 が配設されている。モータ 8 に接続されたピニオンギア 6 は、各リーフ板 1 のラックギア部 1 2 向き合うように設置されており、エアクッション機構 3 1 に図示しない配管系から圧縮空気が導入されエアクッション機構 3 1 が上下方向に伸長する（＝作動状態）とラックギア部 1 2 が持ち上がって噛合し駆動力を伝達可能となり、図示しない配管系を介し圧縮空気が排出されるとエアクッション機構 3 1 が縮短して噛合が解除され駆動力を伝達不可能（遮断）とするようになっている。すなわち、本実施形態では、各リーフ板 1 ごとに設けたエアクッション機構 3 1 が、先に図 7 を用いて説明した駆動力伝達・遮断機構 1 5 の機能を果たしている。

#### 【0081】

そして、本実施形態では、ブレーキ板 9 を上・下昇降させるエアシリンダ 3 4 が、図 7 における制動力伝達・遮断機構 1 6 の役割を果たす。すなわち、筐体底板部 2 5 B の背面（下部）に各リーフ板 1 に対応してエアシリンダ 3 4 が設置され、そのロッド 3 4 a は底板部 2 5 B を貫通して上方に突出配置されており、このロッド 3 4 a 先端部にブレーキ板 9 が接続されている。このエアシリンダ 3 4 は、上記本発明の第 1 実施形態のエアシリンダ 2, 4 と同様、公知の単動式又は複動式のものであり、ボトム側室内に圧縮空気源から圧縮空気が送り込まれるこ

とによりロッド 3 4 a が伸長し（作動状態）、ブレーキ板 9 が持ち上がりその上部がリーフ板下端部 1 b に当接して制動力を作用させ、摩擦力によってリーフ板 1 をその位置で停止保持する。

その後、ボトム側室内に送り込まれていた圧縮空気が（例えば大気開放されることで）抜かれると、ピストンがばねの付勢力によってボトム側に復帰する結果ロッド 3 4 a が縮短し（非作動状態、停止状態）で元の位置に戻り制動力を作用させない（開放する）ようになっている。すなわち、本実施形態では、各リーフ板 1 ごとに設けたエアシリンダ 3 4 が、先に図 7 を用いて説明した制動力伝達・遮断機構 1 6 の機能を果たしている。ブレーキ板 3 3 はエアシリンダ 3 4 が作動してブレーキ板 3 3 を持ち上げたときにリーフ板 2 7 と接触し摩擦による制動力を発生する。

#### 【 0 0 8 2 】

なお、以上は一方側のリーフ板駆動体 2 0 0 R を例にとって説明したが、他方側のリーフ板駆動体 2 0 0 L も同様の構造となっている。

#### 【 0 0 8 3 】

以上のように構成した本実施形態におけるリーフ板 1 駆動に係る制御手順は、駆動力伝達・遮断及び制動力遮断・伝達を分けてそれぞれ制御する点を除けば、先に図 8 及び図 9 を用いて説明した第 1 の実施形態とほぼ同様である。すなわち、図 8 において説明したリーフ板 1 設定位置移動手順及び図 9 で説明したリーフ板 1 原点位置復帰手順にて、ステップ 2 0 及びステップ 1 1 0 において、リーフ板 1 の駆動力を伝達する駆動力伝達指令を駆動力伝達・遮断機構 1 5 としてのエアクッション機構 3 1 に出力するとともに制動力遮断指令を制動力伝達・遮断機構 1 6 としてのエアシリンダ 3 4 に出力すればよい。これにより、エアクッション機構 3 1 が作動状態にエアシリンダ 3 4 が非作動状態になり、ブレーキ板 9 がリーフ板 1 から離れるとともにピニオンギア 6 がラックギア部 1 2 と噛合する。またステップ 7 0 及びステップ 1 6 0 においては、リーフ板 1 の駆動力を遮断する駆動力遮断指令をエアクッション機構 3 1 に出力するとともに制動力遮断指令をエアシリンダ 3 4 に出力すればよい。これにより、エアクッション機構 3 1 が非作動状態にエアシリンダ 3 4 が作動状態になり、ブレーキ板 9 がリーフ板 1 に

当接するとともにピニオンギア 6 がラックギア部 12 に嚙合する。

## 【0084】

以上において、各リーフ板駆動体 200L, 200R におけるピニオンギア 6 及び全てのエアクッション機構 31 が、請求項 1 記載の複数のリーフ板に対し同時に伝達可能であるとともに各リーフ板で自在に遮断可能な駆動力伝達・遮断手段を構成する。

## 【0085】

一方、各リーフ板駆動体 200L, 200R における各リーフ板 1 に対応して設けたエアクッション機構 31 が、複数のリーフ板のそれぞれに対応して設けられ、対応するリーフ板を 1 つの駆動力発生手段に対して自在に係合・離脱可能な複数の係脱手段を構成する。

## 【0086】

本実施の形態によっても、上記本発明の第 1 実施形態と同様の効果を得る。

## 【0087】

なお、上記第 1 及び第 2 の実施形態においては、ピニオンギア 6 をラックギア部 12 に嚙合させることにより駆動力の伝達を行ったが、これに限られない。すなわち例えば、ピニオンギア 6 に代えて円筒シリンダ形状のゴムローラを設けるとともに、リーフ板 1 の上部・下部スライド部 1A・1B の上縁部・下縁部をラックギア部 12 のない通常の形状とし、ゴムローラと上部・下部スライド部 1A・1B の上縁部・下縁部とを係合させてそのときの摩擦力によって駆動力を伝達するようにしても良い。この場合も、同様の効果を得る。

## 【0088】

また、上記第 1 及び第 2 の実施形態においては、駆動力伝達・遮断機構 15 又は制動力遮断機構 16 として上部・下部エアシリンダ 3, 4 又はエアシリンダ 34 を用いたが、これに代えて、ソレノイド電磁石を備えた公知の直線往復動アクチュエータを用いても良い。この場合も同様の効果を得る。

## 【0089】

さらに、上記第 1 及び第 2 の実施形態においては、リーフ駆動アクチュエータ 14 としてサーボモータ 8 を用いたが、これに代えて、ステッピングモータを使

用することもできる。ステッピングモータとは、駆動信号としてパルス状の信号を与えることにより、パルスごとに微小回転角で回転するモータで、通常、駆動信号のパルス当たりの回転角は高い精度で保証される。この場合、位置情報として、上記第 1 及び第 2 の実施形態におけるサーボモータ 8 の回転信号に代え、ステッピングモータを駆動する駆動信号を用いることができ、この場合も同様の効果を得る。

## 【 0 0 9 0 】

また、上記第 1 及び第 2 の実施形態においては、サーボモータ 8 を位置検出機構 1 9 としても機能させたが、これに限られず、別途配置したリニアエンコーダを位置検出機構 1 9 として用いてもよい。リニアエンコーダは、例えば、ロータリーエンコーダ、ワイヤ、及び巻取りリールから構成され、ワイヤーの引き出し距離に応じてリールが回転することにより、リールに接続されたロータリーエンコーダが回転信号を発する。この場合、リニアエンコーダは、各リーフ板 1 に一対一の対応で接続することとなるため、リーフ板 1 の枚数分が配置される。そして、個々のリニアエンコーダから接続されたリーフ板 1 の移動距離に応じたパルス信号が常時コリメータコントローラ 2 2 へ出力され、コリメータコントローラ 2 2 が既知のパルス信号と移動距離の関係に基づき、それぞれのリーフ板 1 の移動距離を積算し、位置情報として内部に保存すればよい。

## 【 0 0 9 1 】

さらに、リニアエンコーダに代えて他の直線変位検出装置をリーフ板 1 毎に接続してもよい。他の直線変位検出装置としては、リニアスケール、リニアポテンシオメータ、差動変圧器型直線変位計（L V D T）等がある。

リニアスケールは、直線定規と読取りヘッドとから構成され、直線定規上を移動する読取りヘッドが、定規上に微小間隔で設けた位置符号を光学的ないし磁気的に読取り、パルス信号として出力する。パルス信号による位置検出方法は前述の場合と同一である。

リニアポテンシオメータは、直線状の抵抗体と、抵抗体と摺動して直線的に移動する摺動体とから構成され、抵抗体の一端に接続された端子と摺動体に接続された端子との間の抵抗値が抵抗体の端子側から摺動体位置までの抵抗体の長さ分

の抵抗値になることに基づき、摺動体の移動距離に合わせて抵抗値を線形に変化させ、両端子間に電源を接続し端子間の電圧を計ることで抵抗値を電圧に変換して読取るものである。この場合、コリメータコントローラ 22 は、この電圧を A/D 変換器で読取り、先の抵抗-電圧変換回路による抵抗値と電圧の関係、及びリニアポテンショメータ固有の変位量と抵抗値の線形関係から移動量を算出する。

差動変圧器型直線変位計は、励磁した一次コイル及び二次コイルを同軸並列に配置したものと、コイルの中心部で一次コイル及び二次コイルをまたいで配置した鉄心とから構成され、計測対象と接続された鉄心の直線変位を、一次コイル・二次コイル間の磁気結合強度が変化することにより生じる二次コイルの出力電圧変化として出力するものである。変位量と出力電圧の関係は線形で一定値になるよう設計されている。電圧からの変位量の読取りと算出は上述の場合と同様である。

#### 【0092】

#### 【発明の効果】

本発明によれば、多数のリーフ板を用い高精度の照射野を形成するときの位置決め時間を短縮し、患者の肉体的・精神的負担の軽減を図ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

本発明の第1実施形態によるマルチリーフコリメータの詳細構造を表す斜視図である。

#### 【図2】

図1に示したマルチリーフコリメータを備えた放射線ビーム照射装置の全体システム構成を表す概念的構成図である。

#### 【図3】

図1に示したマルチリーフコリメータにより放射線ビームの照射野を形成している様子を表す図である。

#### 【図4】

図1中A方向から見た正面図である。

#### 【図5】

図 1 中の上部連結部及びリーフ板駆動体の上部支持部を取り去った状態を表す上面図である。

【図 6】

図 5 中 B 方向から見た上面図である。

【図 7】

図 1 に示したマルチリーフコリメータに係る制御系のシステム構成を表す機能ブロック図である。

【図 8】

図 2 に示したコリメータコントローラによるリーフ板設定位置移動制御手順を表すフローチャートである。

【図 9】

図 2 に示したコリメータコントローラによるリーフ板原点位置復帰制御手順を表すフローチャートである。

【図 1 0】

本発明の第 2 実施形態のマルチリーフコリメータに備えるリーフ板駆動体の要部構造を表す斜視図である。

【図 1 1】

図 1 0 中 C 方向から見た正面図である。

【図 1 2】

図 1 0 及び図 1 1 中の 1 枚のリーフ板の詳細構造を表す斜視図である。

【符号の説明】

- |   |                            |
|---|----------------------------|
| 1 | リーフ板                       |
| 2 | 上部エアシリンダ（駆動力伝達・遮断手段；係脱手段）  |
| 3 | 上部ガイド（駆動力伝達・遮断手段；係脱手段）     |
| 4 | 下部エアシリンダ（駆動力伝達・遮断手段；係脱手段）  |
| 5 | 下部ガイド（駆動力伝達・遮断手段；係脱手段）     |
| 6 | ピニオンギア（駆動力伝達・遮断手段；駆動力発生手段） |
| 8 | モータ（駆動手段；駆動力発生手段）          |
| 9 | ブレーキ板（保持手段）                |

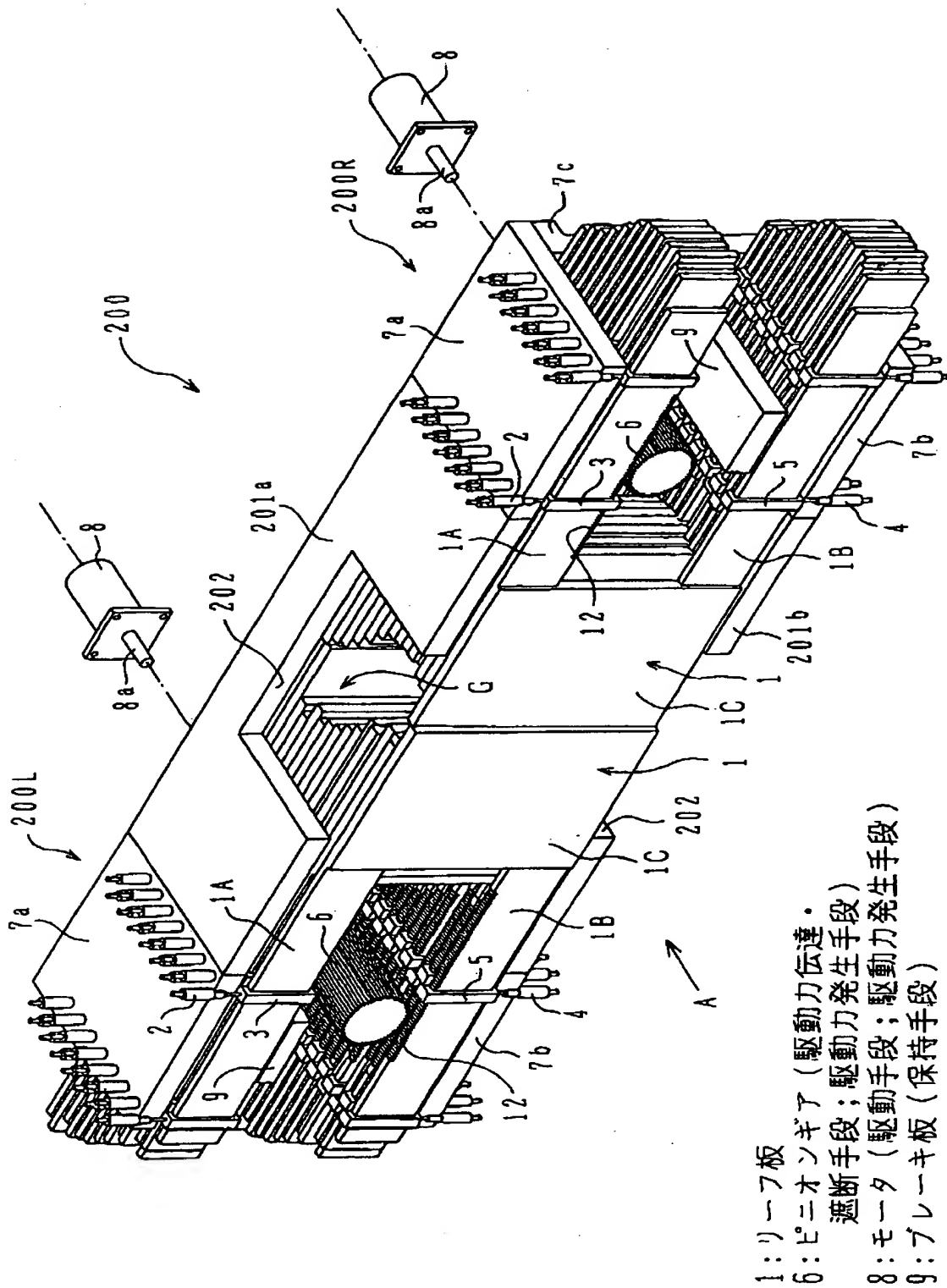


3 1            エアクッション機構（駆動力伝達・遮断手段；係脱手段）  
2 0 0           マルチリーフコリメータ  
2 0 0 L        リーフ板駆動体（一方側のリーフ板駆動体）  
2 0 0 R        リーフ板駆動体（他方側のリーフ板駆動体）  
F               照射野

【書類名】

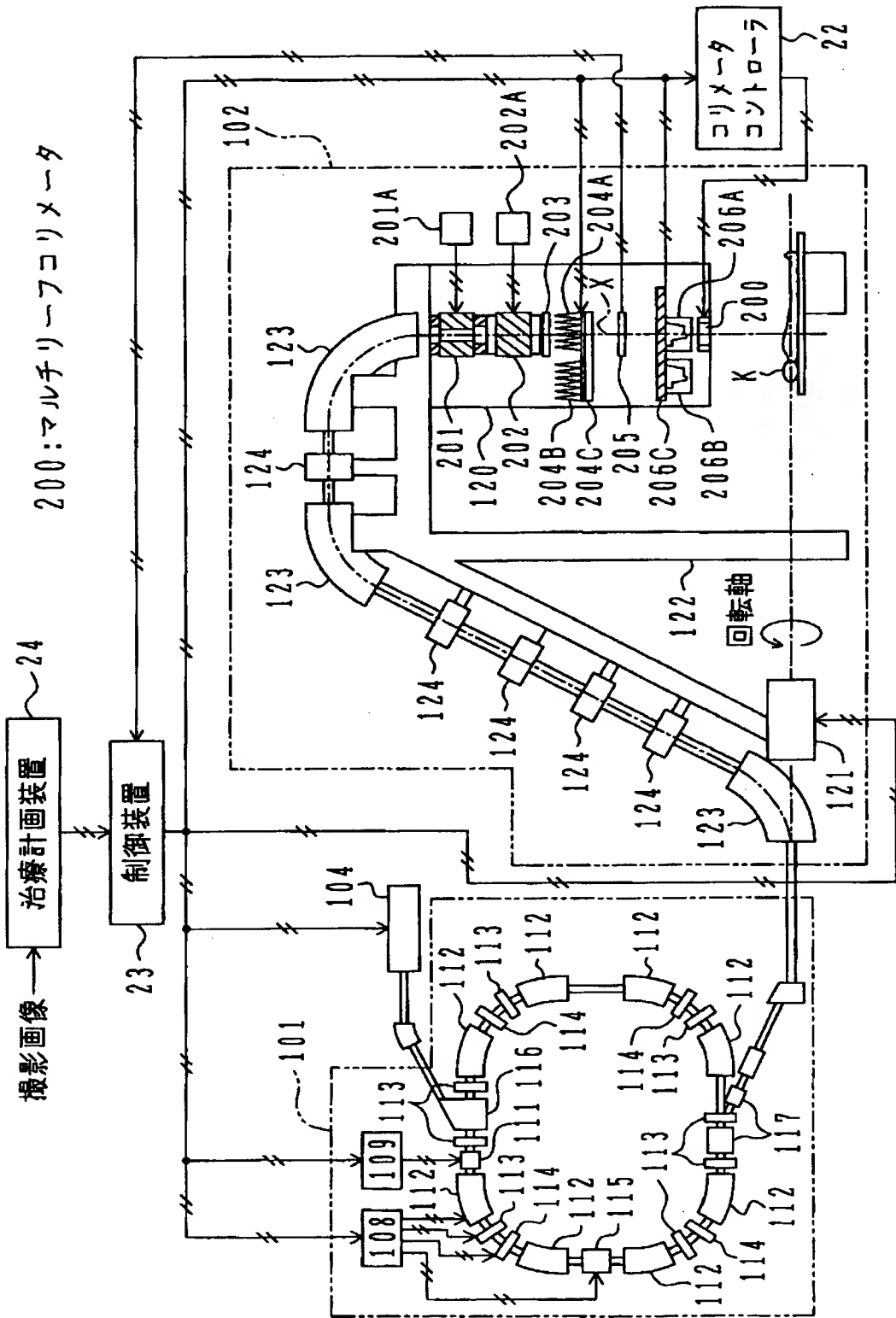
図面

【図 1】

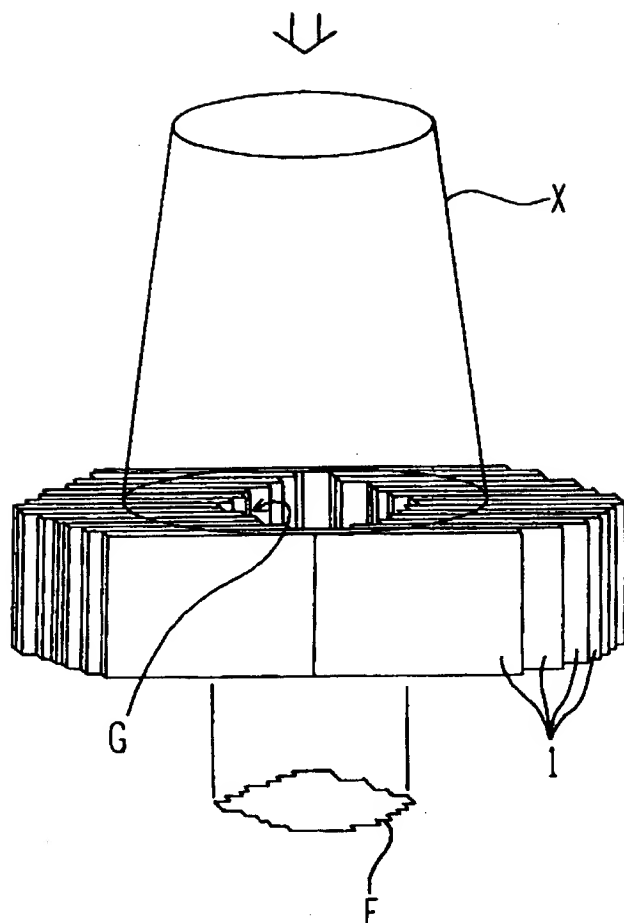


- 1: リリーフ板
- 6: ピニオンギア (駆動力伝達・遮断手段; 駆動力発生手段)
- 8: モーター (駆動手段; 駆動力発生手段)
- 9: ブレーキ板 (保持手段)

【図2】

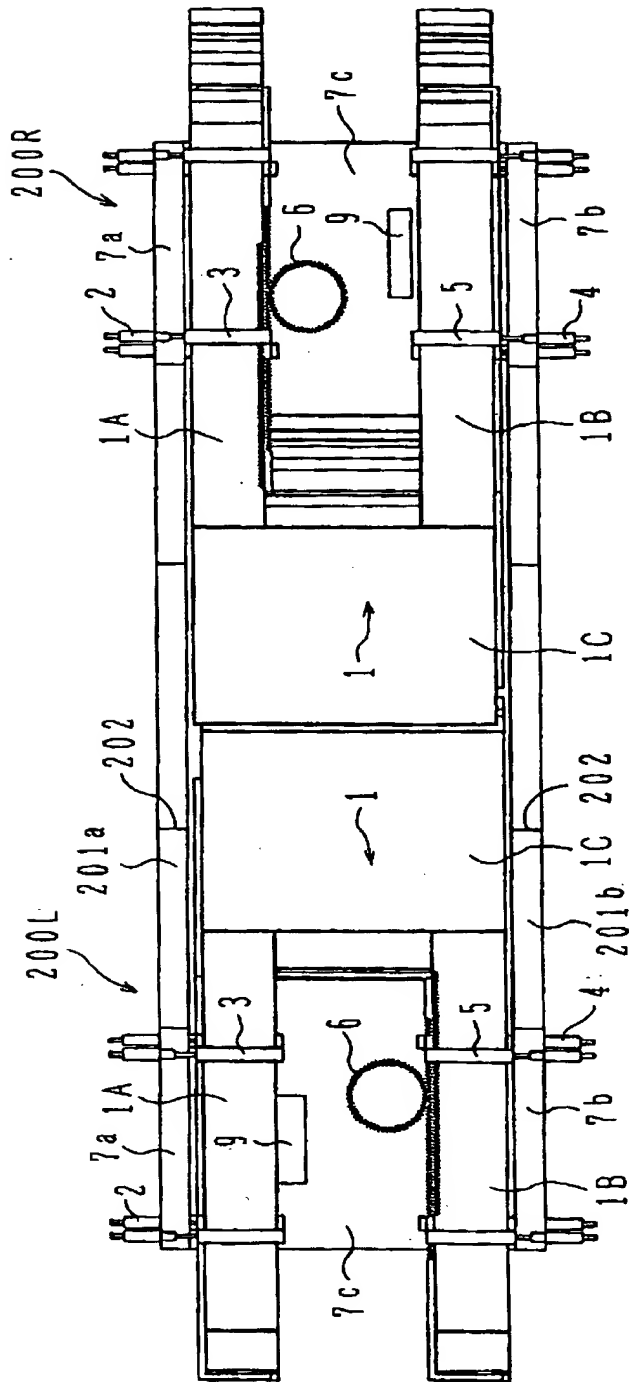


【図 3】



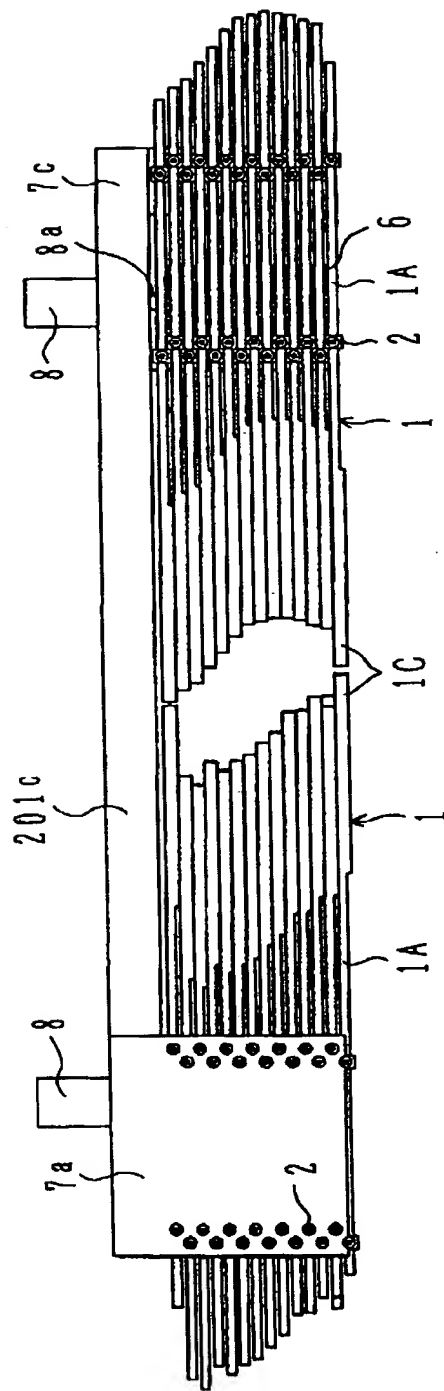
F : 照射野

【図4】

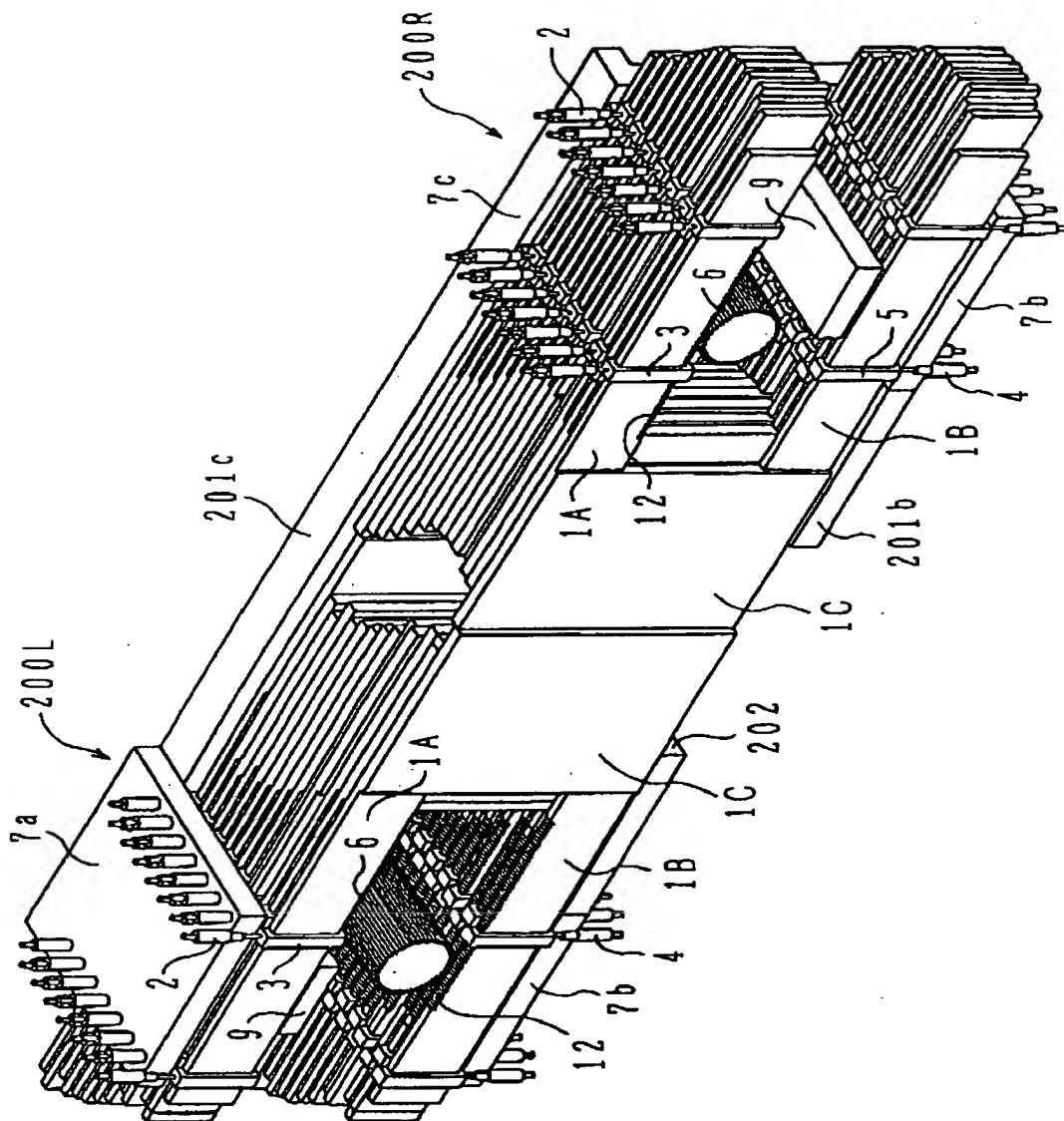


- 2: 上部エアシリンダ (駆動力伝達・遮断手段; 係脱手段)
- 3: 上部ガイド (駆動力伝達・遮断手段; 係脱手段)
- 4: 下部エアシリンダ (駆動力伝達・遮断手段; 係脱手段)
- 5: 下部ガイド (駆動力伝達・遮断手段; 係脱手段)

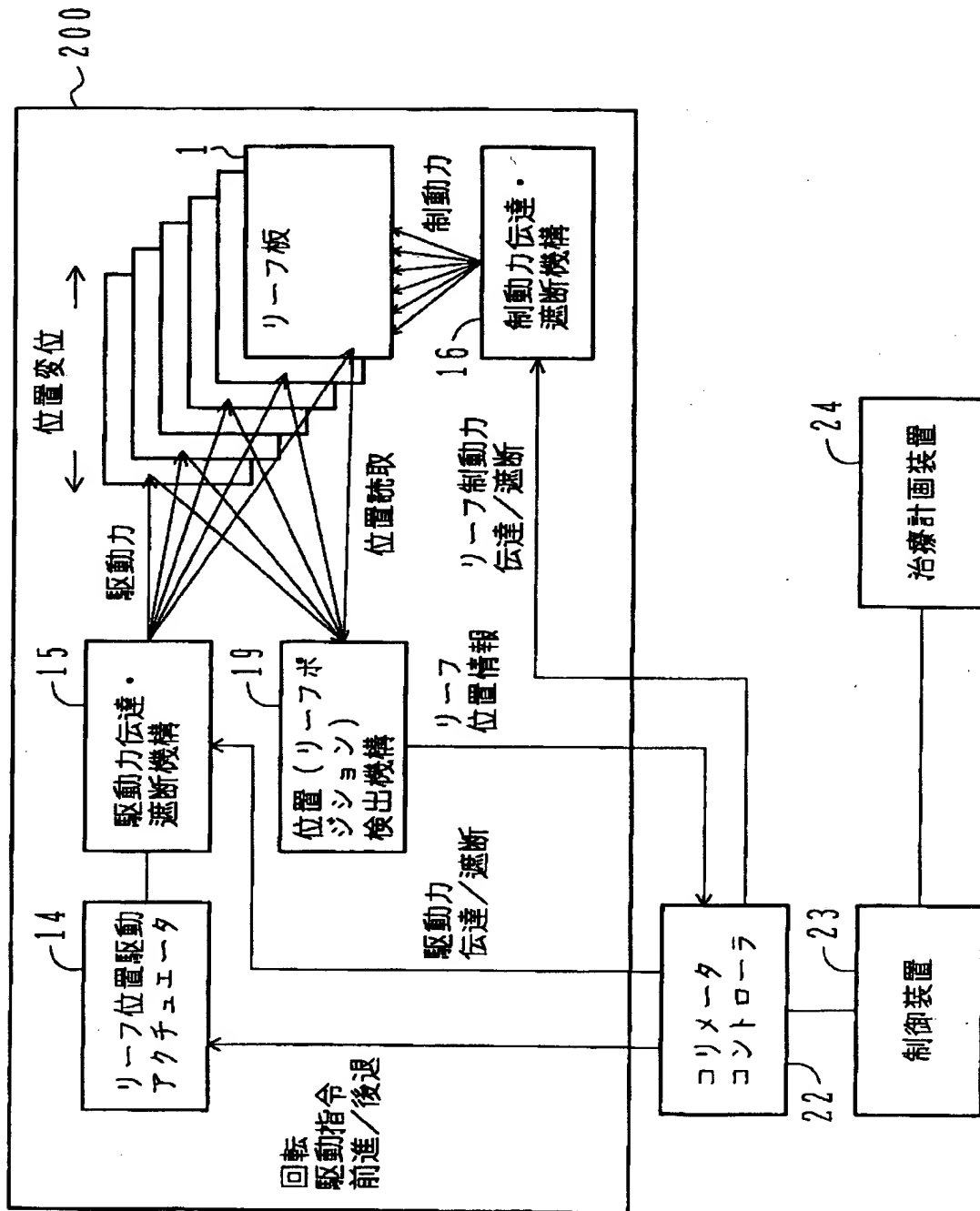
【図5】



【図6】

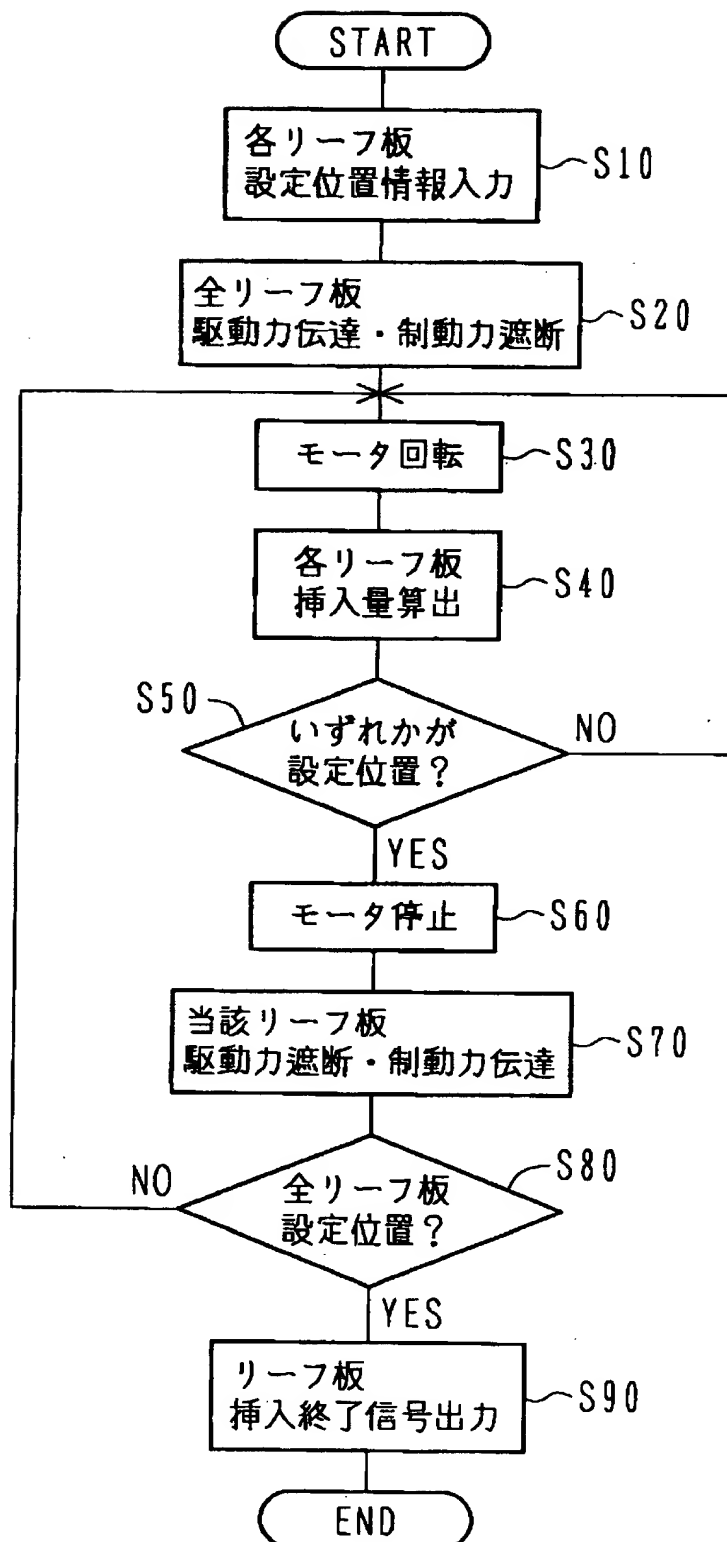


【図 7】

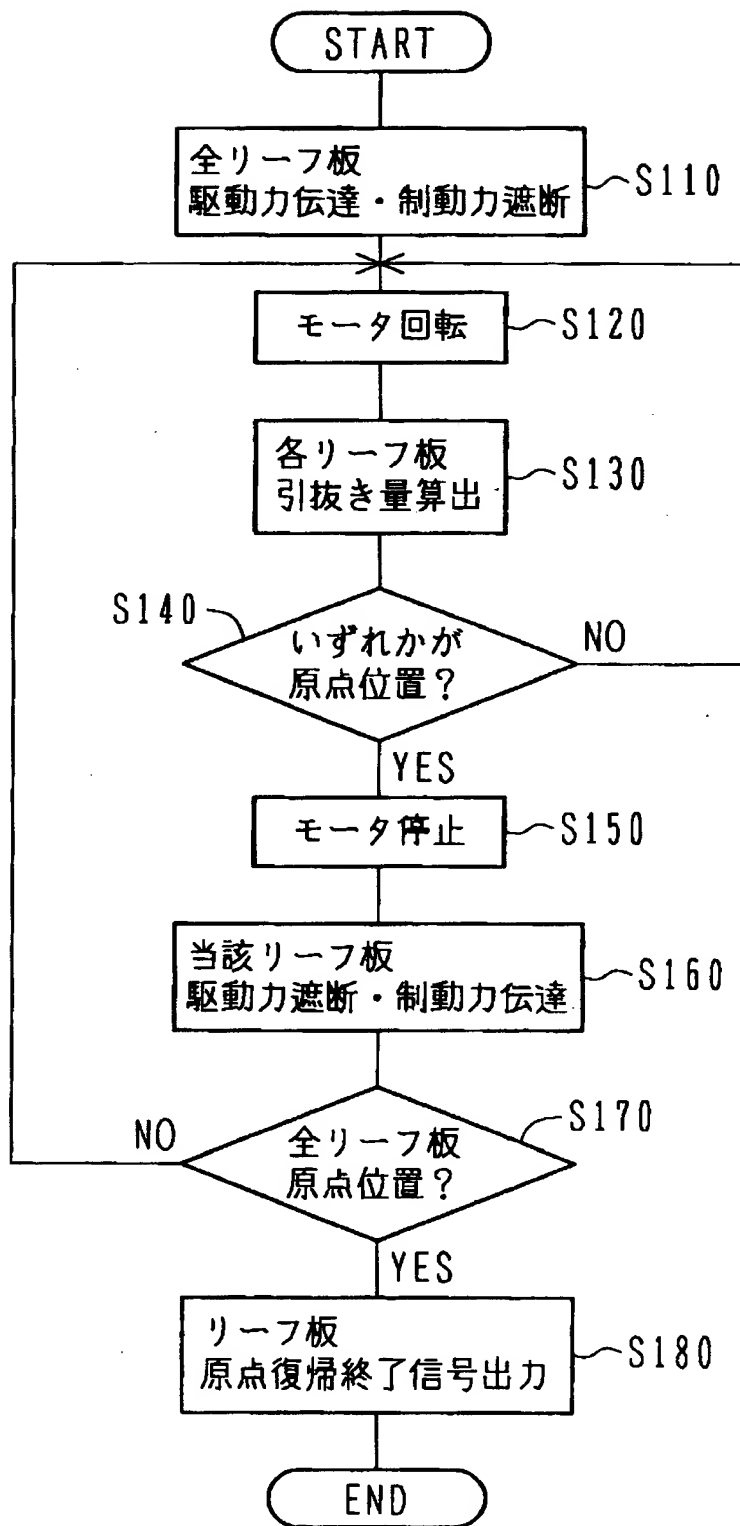




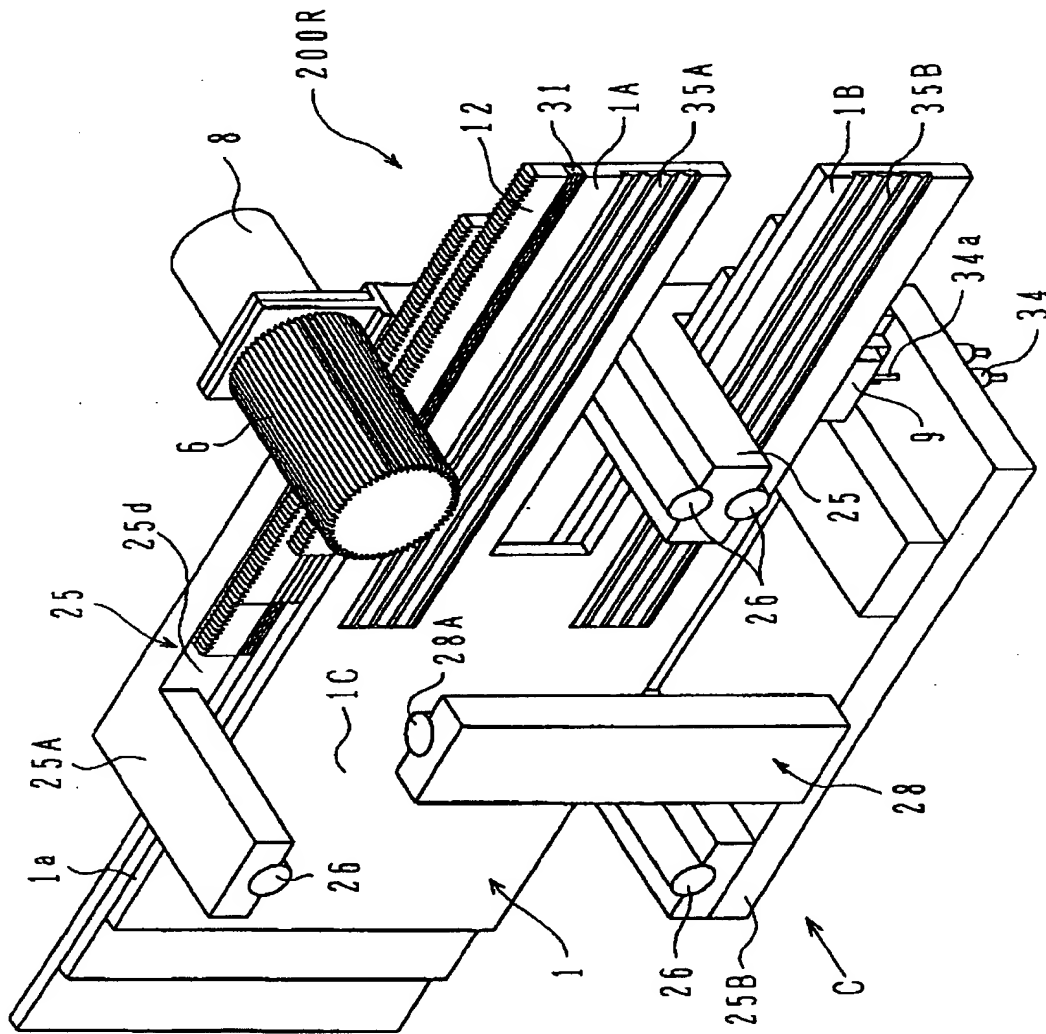
【図 8】



【図9】

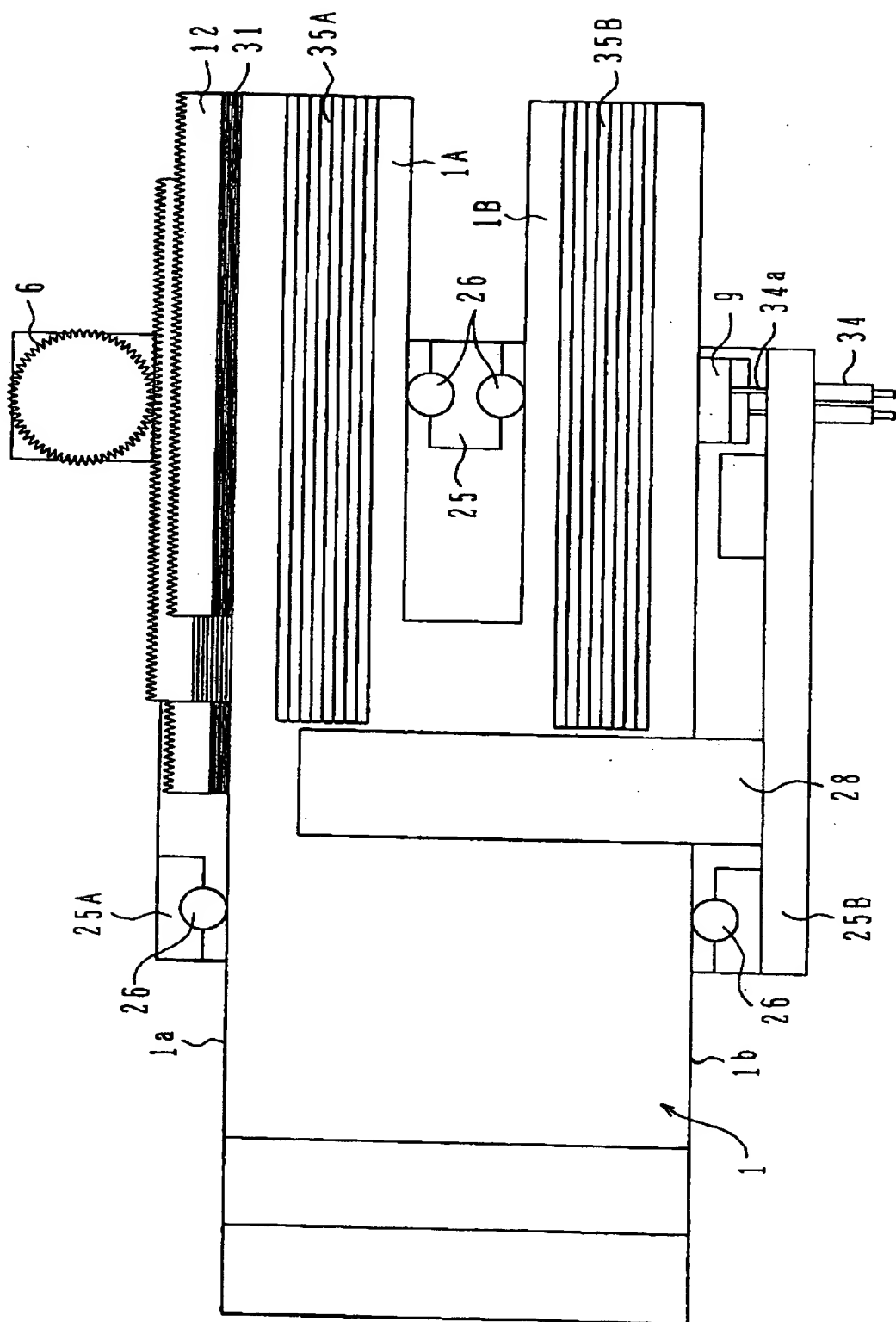


【図10】

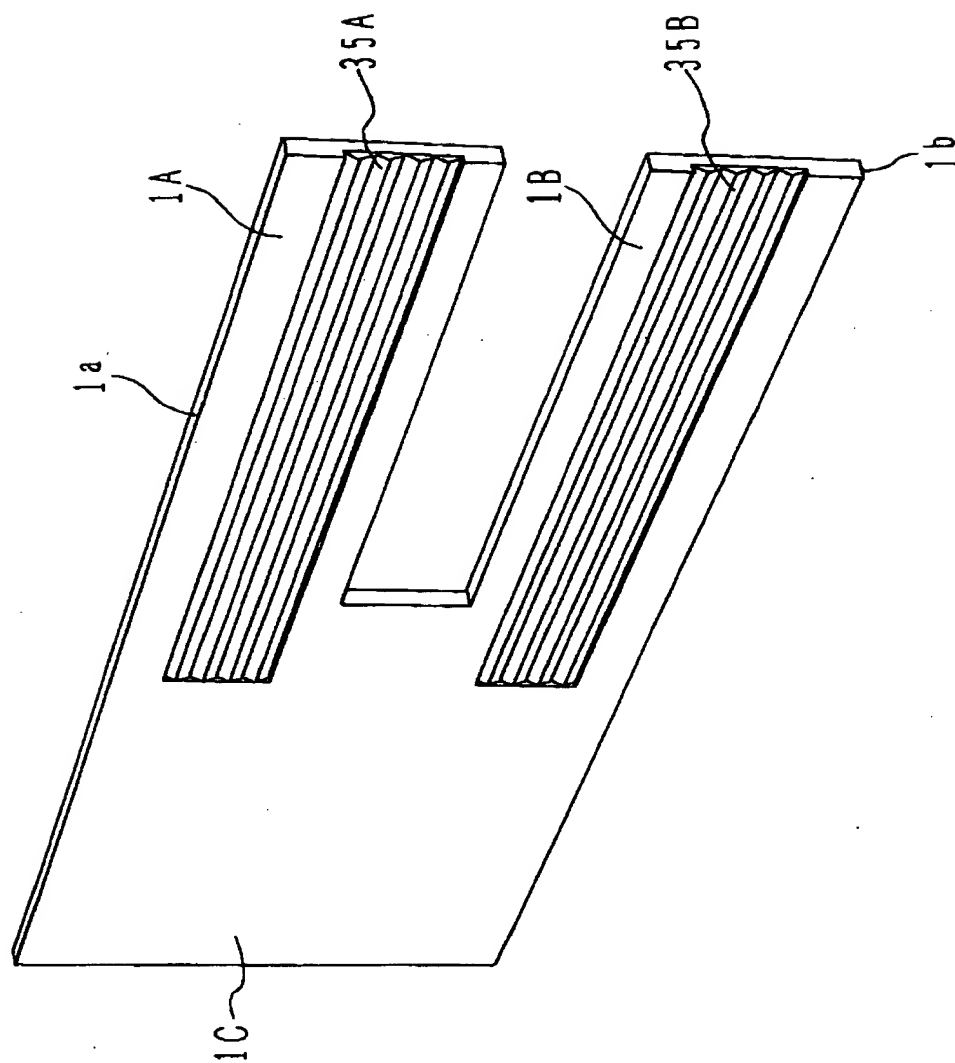


31: エアクション機構 (駆動力伝達・遮断手段; 係脱手段)

【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】多数のリーフ板を用い高精度の照射野を形成するときの位置決め時間を短縮し、患者の肉体的・精神的負担の軽減を図る。

【解決手段】複数のリーフ板 1 をそれぞれ可動に配設した一方側及び他方側のリーフ板駆動体 2 0 0 L, 2 0 0 R を備え、一方側のリーフ板駆動体 2 0 0 L の複数のリーフ板 1 と他方側のリーフ板駆動体 2 0 0 R の複数のリーフ板 1 とを対向させその間に放射線ビームの照射野 F を形成するマルチリーフコリメータ 2 0 0 において、各リーフ板駆動体 2 0 0 L, 2 0 0 R に複数のリーフ板 1 に対し共通に設けたモータ 8 を設け、その駆動力をピニオンギア 6、上部・下部エアシリンダ 2, 4、上部・下部ガイド 3, 5 を用いて複数のリーフ板 1 に対し同時に伝達可能であるとともに各リーフ板 1 で自在に遮断可能とする。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-021964
受付番号	50100128330
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成13年 1月31日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成13年 1月30日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
氏 名 株式会社日立製作所